

# JOINING METHOD FOR CLAD TUBE

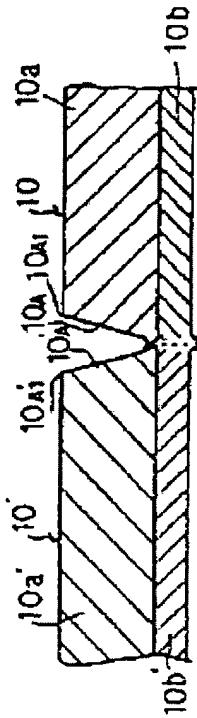
Publication number: JP3243286  
Publication date: 1991-10-30  
Inventor: UCHIDA MASAKATSU; TOMIKAWA MIZUKADO  
Applicant: CHIYODA CHEM ENG CONSTRUCT CO  
Classification:  
- international: B23K20/12; B23K20/12; (IPC1-7): B23K20/12  
- european:  
Application number: JP19900041637 19900222  
Priority number(s): JP19900041637 19900222

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP3243286

**PURPOSE:** To improve working efficiency by forming an U-groove on ends to be joined of the clad tubes, starting frictional contact between inside metal layers of the clad tubes and friction-welding both clad tubes.

**CONSTITUTION:** The clad tubes 10 formed by cladding the inside metal layers 10b thinner than outside metal layers 10a on the inner peripheral sides thereof are subjected to butt welding together with the central axes thereof coincident with each other. When groove faces 10A and 10A' are then formed on the ends to be joined of the clad tubes 10 and 10 to be joined to abut the ends on each other, the U-groove 11 is formed. The frictional contact between the inside metal layers 10b and 10b of the clad tubes 10 and 10 to be joined is then started and both clad tubes 10 and 10 are subjected to friction welding. Consequently, outside metal layers are prevented from being exposed on the insides of the tubes when burrs on the insides of the tubes are removed.



⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A) 平3-243286

⑫ Int. Cl.

B 23 K 20/12

識別記号

序内整理番号

G 7147-4E

⑬ 公開 平成3年(1991)10月30日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑭ 発明の名称 クラッド管の接合方法

⑮ 特 願 平2-41637

⑯ 出 願 平2(1990)2月22日

⑰ 発明者 内田昌克 神奈川県横浜市栄区大山町44-17

⑰ 発明者 畠川水門 神奈川県横浜市港北区綱島西1-24-4

⑰ 出願人 千代田化工建設株式会社 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2丁目12番1号

⑰ 代理人 弁理士 松本英俊 外1名

明 本願

1. 発明の名称 クラッド管の接合方法

2. 特許請求の範囲

(1) 外側金属層の内周側に該外側金属層よりも薄い内側金属層がクラッドされたクラッド管どうしをそれぞれの中心軸線を一致させた状態で突き合わせて接合する方法において、

接合すべきクラッド管の該接合端部にU形開先を形成しておき、

接合すべきクラッド管の内側金属層間で摩擦接觸を開始させて両クラッド管を摩擦圧接することを特徴とするクラッド管の接合方法。

(2) 前記U形開先は15度以上45度以下の開先角度を有していることを特徴とする請求項1に記載のクラッド管の接合方法。

(3) 前記外側金属層は炭素鋼またはクロムモリブデン鋼からなり、前記内側金属層はステンレス鋼またはニッケル合金鋼からなる請求項1または2に記載のクラッド管の接合方法。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明はクラッド管の周端を接合する方法に関するものである。

【従来の技術】

配管に耐食性を持たせるために、内側に耐食性金属層をクラッドしたクラッド管が用いられている。

例えば化学プラントにおいては、炭素鋼またはクロムモリブデン鋼の内側にステンレス鋼またはニッケル合金鋼をクラッドしたクラッド管が用いられている。このようなクラッド管を用いると、管全体を炭素鋼またはクロムモリブデン鋼により形成する場合に比べてコストを安くすることができる。また管全体を炭素鋼またはクロムモリブデン鋼により形成すると、管の内面から応力腐食割れが生じたときに亀裂が容易に内厚方向に貫通してしまうが、クラッド管を用いると亀裂が貫通するのを防ぐことができる。

従来クラッド管どうしの接合はもっぱらアーク溶接により行っていた。クラッド管はほとんどの

場合外径が8インチ(216mm)以下であるので、アーチ溶接は管の外側から行わざるを得ない。そのため従来は、クラッド管の接合部を開先を介して対向させた状態で開先内に溶融金属を充填することにより内側から外側へと順次溶接金属層を形成して溶接を行っていた。

第8図は、アーチ溶接により接合されたクラッド管1, 1'の接合部の断面を概略的に示したもので、同図において1a, 1a'は炭素鋼またはクロムモリブデン鋼からなる外側金属層、1b, 1b'はステンレス鋼またはニッケル合金鋼からなる内側金属層である。

このようなクラッド管を溶接する場合、耐食性を確保するために初層2にはステンレス鋼またはニッケル合金鋼を盛ることが必要とされる。ここで接合部の全層をステンレス鋼またはニッケル合金鋼とすることも考えられるが、全層をステンレス鋼またはニッケル合金鋼とすると、応力腐食割れが生じたときに容易に亀裂が貫通する。従って上層4には炭素鋼またはクロムモリブデン鋼を盛

ることが必要とされる。しかしきステンレス鋼またはニッケル合金鋼の初層の上に直接炭素鋼またはクロムモリブデン鋼を溶接すると、ステンレス鋼またはニッケル合金鋼の一部が溶融して炭素鋼またはクロムモリブデン鋼の層中に混入し、境界領域に脆弱なマルテンサイトの溶接金属が形成されて溶接部の強度が低下する。これを避けるため、従来は初層2と上層4との間に純鉄または極低炭素鋼からなる中間層3を設けていた。

第8図に示したようにアーチ溶接によりクラッド管を接合した場合には、中間層3が大きく硬化(ピッカース硬度で350~450)するため、接合部の延性が低下するという問題があった。また管内が高温の水素環境の場合には、中間層3が脆弱になり易いという問題があった。更にアーチ溶接によると溶接作業が繁雑であるためその施工に技術を要し、コストが高くなるという問題もあった。

そこで、クラッド管を摩擦圧接により接合することが検討された。従来周知の摩擦圧接法に従ってクラッド管を接合する場合の手順は次の通りで

ある。

第9図に示すようにクラッド管1, 1'の圧接面A, A'をそれぞれの軸線方向に対して直角な面として一方のクラッド管1を静止側のクランプに固定し、他方のクラッド管1'を回転駆動される主軸のチャックに把持させる。そして加圧装置により一方のクラッド管を他のクラッド管に対して所定の圧力(加熱圧力という。)で加圧接触させた状態で回転側のクラッド管1'を回転させ、両管の接觸部を摩擦により発熱させる。接合部の温度が所定の温度に達した時点で回転側のクラッド管1'を停止させ、加圧装置によりクラッド管1, 1'を大きいアップセット圧力で加圧して圧接する。

第10図はクラッド管の圧接が完了した状態を示している。同図から明らかなように外側金属層1a, 1a'及び内側金属層1b, 1b'がそれぞれ管の外側及び内側に押し出されてバリ5及び6が生じる。

化学プラントの配管等に用いる場合には、管内

での流体の流れを損なわないようにするためにバリを除去する必要がある。バリの除去はバリ切削刃により行われる。バリ切削刃によりバリを除去した後のクラッド管の状態を第11図に示した。

#### [発明が解決しようとする課題]

従来周知の摩擦圧接法に従ってクラッド管どうしを接合した場合には、第10図に示したように外側金属層が外側及び内側に大きく押し出される。従って接合されたクラッド管からバリを除去した場合には、内側のバリを除去した箇所Bにおいて外側金属層が露出した状態になり、この部分でクラッド管の特性が失われるという問題があった。

本発明の目的は、管の内側に外側金属層を露出させること無く、また割れや脆弱な硬化合金層を生じさせること無くクラッド管どうしを接合することができるようしたクラッド管の接合方法を提案することにある。

#### [課題を解決するための手段]

本発明は、外側金属層の内周側に該外側金属層よりも薄い内側金属層がクラッドされた複数のク

ラッド管をそれぞれの中心軸線を一致させた状態で突き合わせて接合する方法に係るものである。

本発明の方法においては、接合すべきクラッド管の被接合端部にU形開先を形成しておき、接合すべきクラッド管の内側金属層間で摩擦接觸を開始させて両クラッド管を摩擦圧接する。

上記U形開先は15度以上45度以下の開先角度を有していることが好ましい。

上記U形開先は、第7図(A)に示すように開先面10A, 10A' とルートフェース10B, 10B' との境界部に曲率を設けないものでも良く、また第7図(B)ないし(D)に示すように開先面10A, 10A' とルートフェース10B, 10B' との境界部10C, 10C' に曲率を設けたものでも良い。またルートフェース10B, 10B' の径方向寸法Fは、第7図(A)及び(B)に示すように内側金属層の厚さcに一致してても良く、第7図(C)に示すようにルートフェースの径方向寸法Fが内側金属層の厚さcよりも小さくても良い。更に第7図(D)に示すよう

にルートフェースの径方向寸法Fを内側金属層の厚さcより大きく設定しても良い。

上記外側金属層は例えば炭素鋼またはクロムモリブデン鋼からなり、内側金属層はステンレス鋼またはニッケル合金鋼からなっている。

#### [作用]

上記のように、接合すべきクラッド管の被接合端部にU形開先を設けて、接合すべきクラッド管の内側金属層間で摩擦接觸を開始させてクラッド管を摩擦圧接するようにすると、最初内側金属層の一部が開先側及び管の内側に移動する形で圧接が進行するため、内側金属層どうしを確実に接合することができ、管の内側のバリを除去した際に外側金属層が管の内面に露出するのを防ぐことができる。従って本発明によれば、クラッド管の特性を失わせることなく、摩擦圧接の特徴を活かして、接続部に脆弱な硬化金属層を生じさせることなくクラッド管どうしを接合することができる。またアーク溶接による場合に比べて手間を要しないため、接合に要する工数を削減することができ、

作業能率を向上させることができる。

#### [実施例]

以下添付図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例で接合したクラッド管10, 10' の被接合端部付近の半部断面を示したもので、クラッド管10, 10' はそれぞれ外側金属層10a, 10a' と該外側金属層の内側にクラッドされた内側金属層10b, 10b' とからなっている。この実施例ではクラッド管10, 10' の被接合端部側で外側金属層の端部が全周に亘って斜め切りされて開先面10A, 10A' が形成され、第2図に示すようにクラッド管10, 10' の被接合端部どうしを突き合わせた際に両クラッド管の接合部にU形開先11が形成されるようになっている。

クラッド管10, 10' の内側金属層10b, 10b' の端面は両クラッド管の軸線と直角をなすルートフェース(圧接面)10B, 10B' となっており、クラッド管10, 10' の被接合端

部どうしを開先11を介して突き合わせた際にこれらのルートフェースのみが面接触するようになっている。

クラッド管10, 10' を接合するに当っては、例えば一方のクラッド管10を摩擦圧接装置に設けられた静止側のクランプに固定し、他方のクラッド管10' を回転駆動される主軸のチャックに把持させる。そして加圧装置により一方のクラッド管を他のクラッド管に対して所定の圧力(加熱圧力という。)で加圧接觸させた状態で回転側のクラッド管10' を回転させ、両管の接合部を摩擦により発熱させる。

加圧装置は回転側及び静止側のいずれに設けても良いが、実施例では回転側に加圧装置を設けた。実施例で用いた摩擦圧接装置では、クラッド管10' を回転させる主軸、及び該主軸を回転させる駆動機構等を支持する架台を主軸の軸線方向に移動可能とし、該架台を油圧シリンダを用いた加圧装置により付勢することにより、クラッド管10, 10' 間に必要な加圧力を与えるようにした。

ラッド管をそれぞれの中心軸線を一致させた状態で突き合わせて接合する方法に係るものである。

本発明の方法においては、接合すべきクラッド管の被接合端部にU形開先を形成しておき、接合すべきクラッド管の内側金属層間で摩擦接觸を開始させて両クラッド管を摩擦圧接する。

上記U形開先は15度以上45度以下の開先角度を有していることが好ましい。

上記U形開先は、第7図(A)に示すように開先面10A, 10A' とルートフェース10B, 10B' との境界部に曲率を設けないものでも良く、また第7図(B)ないし(D)に示すように開先面10A, 10A' とルートフェース10B, 10B' との境界部10C, 10C' に曲率を設けたものでも良い。またルートフェース10B, 10B' の径方向寸法Fは、第7図(A)及び(B)に示すように内側金属層の厚さcに一致していても良く、第7図(C)に示すようにルートフェースの径方向寸法Fが内側金属層の厚さcより小さくても良い。更に第7図(D)に示すよう

にルートフェースの径方向寸法Fを内側金属層の厚さcより大きく設定しても良い。

上記外側金属層は例えば炭素鋼またはクロムモリブデン鋼からなり、内側金属層はステンレス鋼またはニッケル合金鋼からなっている。

#### 【作用】

上記のように、接合すべきクラッド管の被接合端部にU形開先を設けて、接合すべきクラッド管の内側金属層間で摩擦接觸を開始させてクラッド管を摩擦圧接するようにすると、最初内側金属層の一部が開先側及び管の内側に移動する形で圧接が進行するため、内側金属層どうしを確実に接合することができ、管の内側のバリを除去した際に外側金属層が管の内面に露出するのを防ぐことができる。従って本発明によれば、クラッド管の特性を失わせることなく、摩擦圧接の特徴を活かして、接続部に脆弱な硬化金属層を生じさせることなくクラッド管どうしを接合することができる。またアーク溶接による場合に比べて手間を要しないため、接合に要する工数を削減することができ、

作業能率を向上させることができる。

#### 【実施例】

以下添付図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例で接合したクラッド管10, 10' の被接合端部付近の半部断面を示したもので、クラッド管10, 10' はそれぞれ外側金属層10a, 10a' と該外側金属層の内側にクラッドされた内側金属層10b, 10b' とからなっている。この実施例ではクラッド管10, 10' の被接合端部側で外側金属層の端部が全周に亘って斜め切りされて開先面10A, 10A' が形成され、第2図に示すようにクラッド管10, 10' の被接合端部どうしを突き合わせた際に両クラッド管の接合部にU形開先11が形成されるようになっている。

クラッド管10, 10' の内側金属層10b, 10b' の端面は両クラッド管の軸線と直角をなすルートフェース(圧接面)10B, 10B' となっており、クラッド管10, 10' の被接合端

部どうしを開先11を介して突き合わせた際にこれらのルートフェースのみが面接触するようになっている。

クラッド管10, 10' を接合するに当っては、例えば一方のクラッド管10を摩擦圧接装置に設けられた静止側のクランプに固定し、他方のクラッド管10' を回転駆動される主軸のチャックに把持させる。そして加圧装置により一方のクラッド管を他のクラッド管に対して所定の圧力(加熱圧力という。)で加圧接觸させた状態で回転側のクラッド管10' を回転させ、両管の接合部を摩擦により発熱させる。

加圧装置は回転側及び静止側のいずれに設けても良いが、実施例では回転側に加圧装置を設けた。実施例で用いた摩擦圧接装置では、クラッド管10' を回転させる主軸、及び該主軸を回転させる駆動機構等を支持する架台を主軸の軸線方向に移動可能とし、該架台を油圧シリンダを用いた加圧装置により付勢することにより、クラッド管10, 10' 間に必要な加圧力を与えるようにした。

クラッド管10, 10°の内側金属層10b, 10b'どうしを接触させて両者間に相対的な回転を生じさせると摩擦熱により接合部の温度が上昇していく。これにより内側金属層10b, 10b'が軟化するため、第3図に示すように内側金属層10b, 10b'の突合せ部付近が開先11側及び管の内側に押し出されると同時にクラッド管10, 10°が接近していく。

更に時間が経過すると第4図に示すようにU形開先11の谷部側から外側金属層10a, 10a'どうしが接触していき、外側金属層10a, 10a'が開先内を外側に移動しつつクラッド管10, 10°は更に接近していく。

接合部の温度が所定値に達した時点で回転側のクラッド管10, 10°を停止させ、加圧装置によりクラッド管10, 10°を大きいアップセット圧力で加圧して圧接する。回転開始時からアップセット終了時までの総寄り代δは、最終的に第5図に示すように開先面の開口側の端部10a1, 10a2どうし（接合部の最も離れた箇所）を完全に接合

するのに十分な大きさに設定する。

このようにして接合が完了した状態では第5図に示したように接合部の外周側及び内周側にそれぞれバリ13及び14が形成される。最後にこれらのバリを除去して第6図に示すような状態を得る。

本発明の方法を実施する際しては、U形開先11の開先角度θを15度から45度の範囲に設定するのが好ましい。開先角度θが15度よりも小さいと、管の内側に迫り出すバリの量が多くなり好ましくない。また開先角度が45度よりも大きいと寄り代が大きくなり過ぎ、圧接に要する時間が長くなって作業能率が低下する。

以下本発明の効果を確認するために行った実験について説明する。

#### 【実験1】

外側金属層10a, 10a'を炭素鋼とし、内側金属層10b, 10b'をステンレス鋼（SUS304）としたクラッド管10, 10°（米国アスメ規格4B×Sch80を満足するもの。）を

接合すべきクラッド管とした。この実験では開先加工を施さず、加熱加圧時の回転数Nを750[rpm]、加熱圧力P1を2[kgf/mm²]、アップセット圧力P2を8[kgf/mm²]、総寄り代δを10[mm]とした。圧接を行った後管の内外のバリを除去し、接合部を切断してその断面を顕微鏡で観察したところ、管の内面に外側金属層の炭素鋼が露出していることが確認された。

#### 【実験2】

外側金属層10a, 10a'を炭素鋼とし、内側金属層10b, 10b'を70%Ni-15Cr合金鋼としたクラッド管10, 10°（米国アスメ規格3B×Sch80を満足するもの。）を接合すべきクラッド管とした。この実験でも開先加工は施さず、加熱加圧時の回転数Nを750[rpm]、加熱圧力P1を3[kgf/mm²]、アップセット圧力P2を12[kgf/mm²]、総寄り代δを10[mm]とした。圧接された管の内外のバリを除去した後、接合部を切断してその断面を顕微鏡で観察したところ、管の内面に外側金属層の炭素鋼

が露出していることが確認された。

#### 【実験3】

外側金属層10a, 10a'を2 1/4Cr-1Mo鋼とし、内側金属層10b, 10b'をステンレス鋼（SUS316）としたクラッド管10, 10°（米国アスメ規格4B×Sch80を満足するもの。）を接合すべきクラッド管とした。開先角度θを60度とし、加熱加圧時の回転数Nを750[rpm]、加熱圧力P1を3[kgf/mm²]、アップセット圧力P2を10[kgf/mm²]、総寄り代δを14[mm]として圧接を行った後、管の内外のバリを除去し、接合部を切断してその断面を顕微鏡で観察した。その結果接合部において内側金属層が完全に接合され、クラッド管の特性が失われていないことが確認された。また超音波による接合部の非破壊試験を行ったところ、接合部に割れ、プローホール、融合不良等の欠陥は見出されなかった。

本発明の方法において採用する開先はいわゆるU形開先であればよい。第7図（A）ないし（D）

に、本発明の方法で採用し得るU形開先の形状を例示した。

第7図(A)に示した例は、開先面10A, 10A' とルートフェース(開先先端面)10B, 10B'との間の境界部に曲率を持たせない(アールをつけない)場合で、第1図ないし第6図に図示した例ではこの第7図(A)のU形開先を採用している。

また第7図(B)ないし(D)に示した例は開先面10A, 10A' とルートフェース10B, 10B'との間の境界部10C, 10C'に曲率を持たせた場合である。

ルートフェース10B, 10B'の径方向寸法Fは第7図(A)及び(B)に示したように内側金属層10b, 10b'の厚さCに等しくても良く、第7図(C)に示したように、内側金属層10b, 10b'の厚さCより小さくても良い。また第7図(D)に示すようにルートフェース10B, 10B'の径方向寸法Fを内側金属層10b, 10b'の厚さCより大きくしても良い。

0, 10°を互いに反対の方向に回転させるようにしても良い。

上記の実施例では、2つのクラッド管10, 10'を接合する場合を例にとったが、3つのクラッド管を順次突き合わせて、中央のクラッド管とその両側のクラッド管との間に相対的な回転を生じさせて摩擦圧接を行わせる場合にも、各突合部に開先を設けることにより本発明の方法を適用することができる。

#### [発明の効果]

以上のように、本発明によれば、接合すべきクラッド管の被接合端部の外側金属層部分にU形開先を設けて、接合すべきクラッド管の内側金属層間で摩擦接觸を開始させてクラッド管を摩擦圧接するようにしたので、内側金属層どうしを確実に接合することができ、管の内側のバリを除去した際に外側金属層が管の内面に露出するのを防ぐことができる。従ってクラッド管の特性を失わることなく、摩擦圧接の特徴を生かして、接続部に脆弱な硬化金属層を生じさせることなくクラッド

一般にこの種の金属管の内厚tは5~30mmの範囲にあり、内側金属層の厚みCは2~3mm(但し  $t > C$ )の範囲にある。

ルートフェース10B, 10B'の径方向寸法Fは、内側金属層10b, 10b'の厚さCにもよるが、通常は1~10mmに設定するのが好ましい。また開先面とルートフェースとの間の境界部にアールをつける場合の曲率半径は1~5mmに設定するのが好ましい。

上記の実施例では、クラッド管10, 10'を突き合わせて加熱回転を行わせた後接合部が所定の温度に達した時点でクラッド管の回転を停止させてからアップセットを行うようにしたが、加熱回転時に加圧力を暫増させて最後に圧力を急増させるようにしても良い。

上記の説明では、クラッド管10, 10'の一方を静止させ、他方を回転させるようにしたが、加熱回転時の回転のせ方は任意であり、摩擦圧接において既に提案されている種々の回転のせ方を採用することができる。例えばクラッド管1

管どうしを接合することができる利点がある。

またアーク溶接による場合に比べて手間を要しないため、接合に要する工数を削減することができ、作業能率を向上させることができる利点がある。

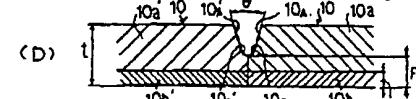
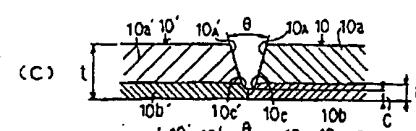
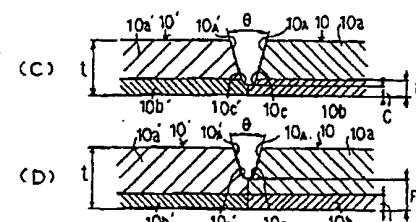
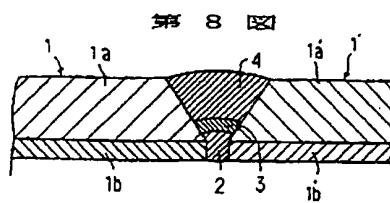
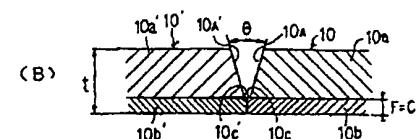
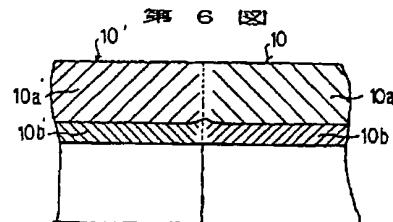
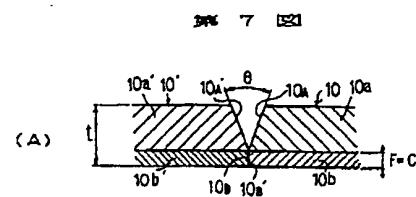
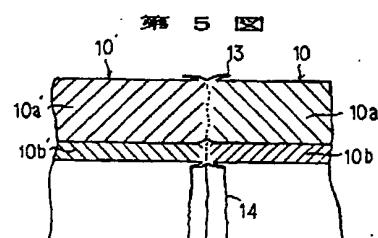
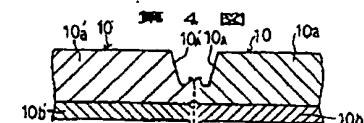
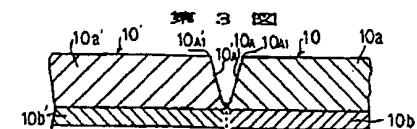
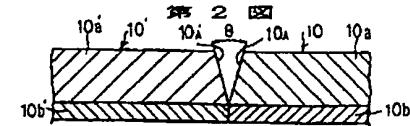
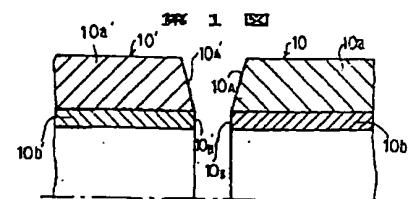
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の方法により接合されるクラッド管の被接合端部付近の断面形状を示した半部断面図、第2図ないし第6図は本発明の方法によりクラッド管を接合する場合の接合部の断面形状の変化を概略的に示した断面図、第7図(A)ないし(D)は本発明の方法に適した種々の開先形状を例示した断面図、第8図はアーク溶接によりクラッド管を接合した場合の接合部の断面形状を概略的に示した断面図、第9図ないし第11図は開先を設げずクラッド管を摩擦圧接した場合の接合部の断面形状の変化を示した断面図である。

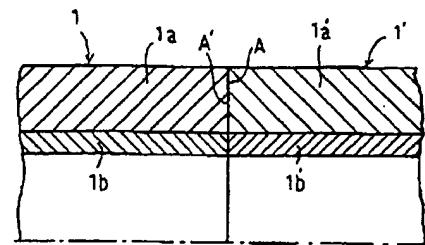
10, 10'…クラッド管、10a, 10a'…外側金属層、10b, 10b'…内側金属層、11…U形開先、13, 14…バリ、θ…開先角

度。

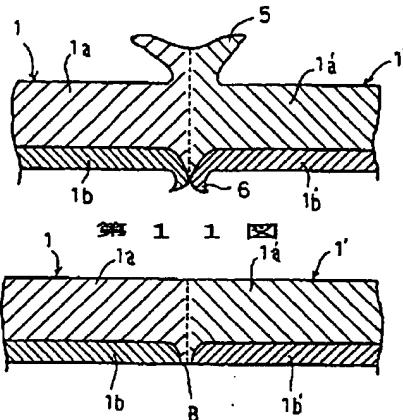
代理人 弁理士 松 本 英 俊  
(外 1 名)



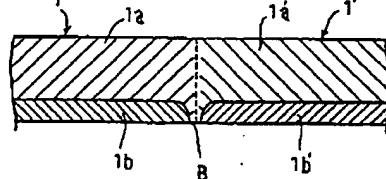
第9図



第10図



第11図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**